



Unterschiede der Musikwahrnehmungsfähigkeit bei Cochlea-Implantat-Trägern: Kinder, Jugendliche und Erwachsene

Meisenbacher, K ; Veraguth, D ; Lai, W K ; Dillier, N

Abstract: Ziel: Diese Studie untersucht Aspekte der Musikwahrnehmungsfähigkeit von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit Cochlea-Implantaten (CI) in Abhängigkeit von musikalischem Kontext, Frequenzbereich, Versorgungsmodalität (mono- vs. bilateral) und Alter bei der Implantation. Methode: Drei Experimente wurden durchgeführt, bei denen jeweils eine Testsequenz im Vergleich zu einer Referenzsequenz von Tonfolgen einer synthetisierten Klarinette präsentiert wurden. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, die Sequenzen als gleich oder ungleich zu beurteilen. Experiment 1 beinhaltete, eine aufsteigende Tonhöhenänderung (0, 1, 2, 3 oder 4 Halbtöne) im zweiten von drei aufeinander folgenden Tönen in der Testsequenz zu detektieren. Experiment 2 untersuchte die Erkennung feiner Tonhöhenänderungen mit an- und absteigenden Fünftonsequenzen, die in einem melodischen Kontext (Dur- und Moll-Dreiklänge mit entsprechenden 3- und 4-Halbtonzusammensetzungen) dargeboten wurden. Bei Experiment 3 wurden, anstelle von Fünftonsequenzen, lediglich drei Töne in aufsteigender Abfolge präsentiert. Ergebnisse: Experiment 1 zeigte, dass die Fähigkeit von CI-Trägern, Tonhöhenänderungen zu detektieren, von der Grössenordnung der Variation abhängt. Alle CI-Träger konnten grössere Tonhöhenänderungen im Vergleich zu kleineren zuverlässiger wahrnehmen. Dennoch konnten alle Probandengruppen eine Tonhöhenänderung von einem Halbton oberhalb der Rateschwelle detektieren, wobei Kinder und Jugendliche tendenziell besser abschnitten als Erwachsene. Dies traf insbesondere für kleinere Tonhöhenänderungen sowie die tieferen Frequenzbereiche zu. Bei Experiment 2 und 3 wiesen die CI-Träger Defizite in allen Messbedingungen auf. Die Resultate aller Probanden lagen unterhalb der Rateschwelle. Die Ergebnisse zeigten eine zunehmende Verschlechterung mit abnehmendem Frequenzbereich. Zudem korrelierten die Messergebnisse mit den Angaben im Fragebogen zur musikalischen Erfahrung. Geringe Tonhöhenänderungen konnten, unabhängig vom musikalischen Kontext, von denjenigen CI-Trägern detektiert werden, die regelmässig ein Musikinstrument spielen.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-71837>

Conference or Workshop Item

Published Version

Originally published at:

Meisenbacher, K; Veraguth, D; Lai, W K; Dillier, N (2012). Unterschiede der Musikwahrnehmungsfähigkeit bei Cochlea-Implantat-Trägern: Kinder, Jugendliche und Erwachsene. In: 15. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie, Erlangen, 7 March 2012 - 10 March 2012. DGA e.V., 1-4.

UNTERSCHIEDE DER MUSIKWAHRNEHMUNGSFÄHIGKEIT BEI COCHLEA IMPLANTAT TRÄGERN: KINDER, JUGENDLICHE UND ERWACHSENE

Katrin Meisenbacher^o, Dorothe Veraguth*, Wai Kong Lai* und Norbert Dillier**

*Laboratory of Experimental Audiology, ORL-Klinik UniversitätsSpital Zürich, Frauenklinikstrasse 24, 8091 Zürich, Schweiz, www.orl.uzh.ch

^oPhonak AG, Laubisrütistrasse 28, 8712 Stäfa, Schweiz, www.phonak.com

Schlüsselwörter: Cochlea Implantat, Musikwahrnehmung, Kinder, Jugendliche, Erwachsene

Einleitung

Situationen, die eine hohe spektrale Auflösung erfordern, wie z.B. das Unterscheiden von Tonhöhenmuster, stellen nach wie vor eine Herausforderung für Cochlea Implantat (CI) Träger dar (Vongpaisal et al., 2006; El Fata et al., 2009). Im Vergleich zu kongenital hörgeschädigten und implantierten Kindern haben Erwachsene nach der Implantation einen geringeren Musikgenuss als vor dem Hörverlust (Trehub et al., 2009). Gleichzeitig wurde gezeigt, dass die Fähigkeit von CI-Trägern, Musikstücke zu erkennen, in direktem Zusammenhang zu deren musikalischen Gewohnheiten steht, wie z.B. musikalische Aktivität und Training (Gfeller et al., 2000). Nichtsdestotrotz nimmt der Erfolg aller CI-Träger drastisch ab, sobald die Aufgabe, ein Musikstück zu erkennen, rein auf Tonhöheninformationen basiert (Vongpaisal et al., 2006; Mitani et al., 2007; El Fata et al., 2009).

Diese Studie untersucht Aspekte der Musikwahrnehmungsfähigkeit von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit CIs in Abhängigkeit von musikalischem Kontext, Frequenzbereich, Versorgungsmodalität (uni- vs. bilateral) und Alter bei der Implantation. Bislang existieren keine Untersuchungen zum direkten Vergleich der Musikwahrnehmungsfähigkeit von jüngeren mit älteren CI-Trägern.

Material und Methodik

Drei Experimente wurden durchgeführt, bei denen jeweils eine Testsequenz im Vergleich zu einer Referenzsequenz von Tonfolgen (Tondauer 200 ms, Interstimulus-Pausendauer 350 ms) einer synthetisierten Klarinette mit den Grundfrequenzen C3 (130.81), C4 (261.63 Hz) oder C5 (523.25 Hz) präsentiert wurden. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, die Sequenzen als gleich oder ungleich zu beurteilen. Experiment 1 (siehe Abb. 1) beinhaltete, eine aufsteigende Tonhöhenänderung (0, 1, 2, 3 oder 4 Halbtöne (ST)) im zweiten von drei aufeinander folgenden Tönen in der Testsequenz zu detektieren. Die Referenzsequenz enthielt drei Töne gleicher Amplitude und Frequenz wie der erste und dritte Ton der Testsequenz. Experiment 2 (siehe Abb. 2) untersuchte die Erkennung feiner Tonhöhenänderungen mit an- und absteigenden Fünftönensequenzen, die in einem melodischen Kontext (Dur- und Moll-Dreiklänge mit entsprechenden 3- und 4-Halbtönenzusammensetzungen) dargeboten wurden. Bei Experiment 3 (siehe Abb. 3) wurden, anstelle von Fünftönensequenzen, lediglich drei Töne in aufsteigender Abfolge präsentiert. Des Weiteren wurde der musikalische Hintergrund mithilfe eines Musikfragebogens (insbesondere das Spielen eines Instruments und der Musikgenuss mit CIs) der Teilnehmer abgeschätzt.

Die Experimente wurden im Rahmen von Test- und Retest-Messungen an zwei verschiedenen Tagen in einem schallisolierten Raum durchgeführt. Die Stimuli wurden frontal (null Grad Azimuth) über einen Lautsprecher mit einem Pegel von 70 dB(A) und einem Abstand von 1.5 m zu den Probanden wiedergegeben. Vor jedem Experiment erfolgte eine Trainingseinheit. An der Untersuchung nahmen insgesamt 32 CI-Träger (17 uni- und 15 bilateral) teil. Diese wurden in drei Altersgruppen unterteilt: 10 Kinder im Alter von 6 bis 12 Jahren ($\mu = 9.5$, $\sigma = 1.8$), 5 Jugendliche im Alter von 13 bis 19 Jahren ($\mu = 14.4$, $\sigma = 0.9$) und 17 Erwachsene im Alter von 20 bis 82 Jahren ($\mu = 59.2$, $\sigma = 15.9$). Für die Darstellung der Resultate wurde der Mean Accuracy Score (MAS) berechnet. Dieser ergibt sich aus der Subtraktion der False-Alarm-Raten (Anteil der falschen „ungleich“-Antworten) von den Hit-Raten (Anteil der korrekten „ungleich“-Antworten). Ein MAS von 1 bedeutet, dass alle Messkonditionen richtig erkannt wurden, ein Wert von 0 entspricht der Rateschwelle (gleiche Anzahl von Hit- und False-Alarm-Raten).

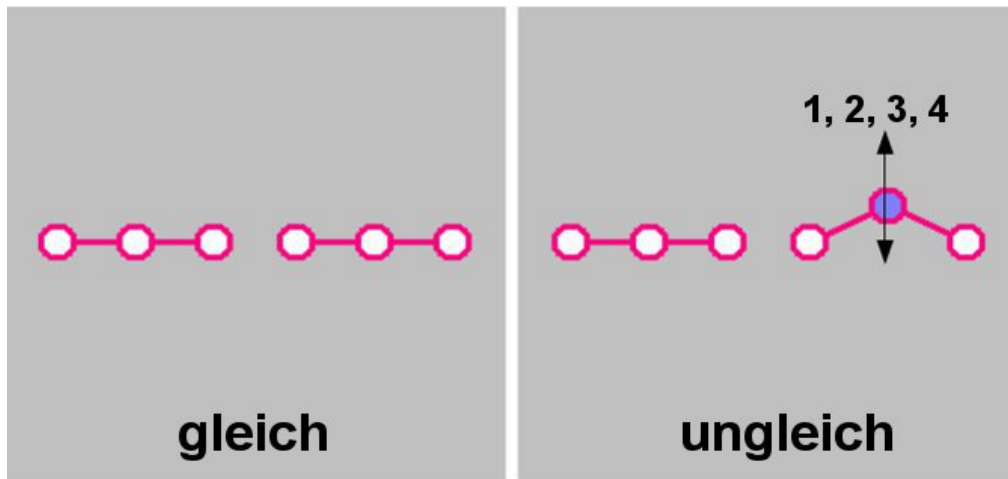


Abb. 1: Experiment 1: Untersuchung einfacher Tonhöhenänderungen (0, 1, 2, 3 oder 4 ST) im Kontext von einzelnen sich wiederholenden Tönen. Der zweiseitige Pfeil sowie die Zahlen dienen ausschliesslich der Erklärung hier und waren für die Probanden nicht sichtbar.

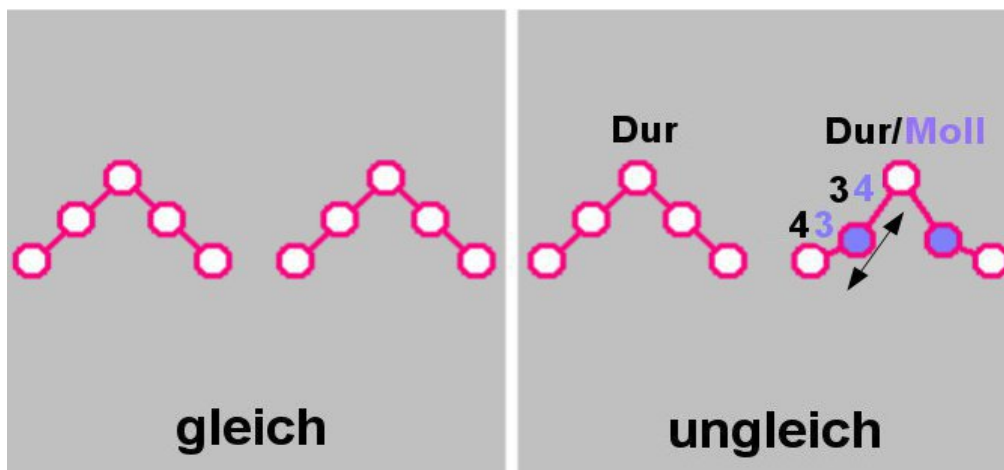


Abb. 2: Experiment 2: Vergleich von Dur- und Moll-Dreiklängen, aus jeweils fünf Tönen bestehend. Der zweiseitige Pfeil, die Zahlen sowie die Dur-Moll-Beschriftungen dienen ausschliesslich der Erklärung hier und waren für die Probanden nicht sichtbar.

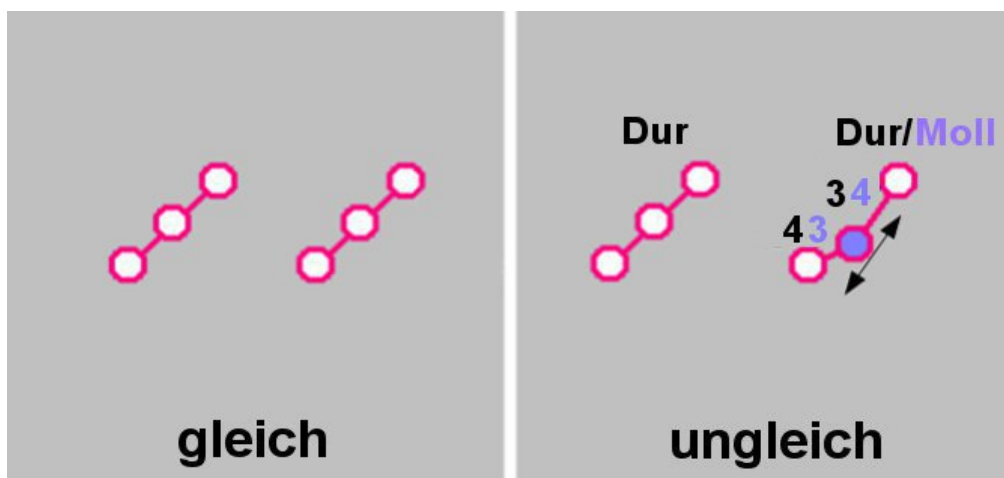


Abb. 3: Experiment 3: Vergleich von Dur- und Moll-Dreiklängen, aus jeweils drei Tönen bestehend. Der zweiseitige Pfeil, die Zahlen sowie die Dur-Moll-Beschriftungen dienen ausschliesslich der Erklärung hier und waren für die Probanden nicht sichtbar.

Ergebnisse

Experiment 1 (siehe Abb. 4) zeigte, dass die Fähigkeit von CI-Trägern, Tonhöhenänderungen zu detektieren, von der Grössenordnung der Variation abhängt. Alle CI-Träger konnten grössere Tonhöhenänderungen im Vergleich zu kleineren zuverlässiger wahrnehmen. Dennoch konnten alle Probandengruppen eine Tonhöhenänderung von 1 ST oberhalb der Rateschwelle (niedrigster MAS: 0.6) detektieren, wobei Kinder und Jugendliche tendenziell besser abschnitten als Erwachsene. Dies traf insbesondere für kleinere Tonhöhenänderungen sowie die tieferen Frequenzbereiche zu. Nachfolgende statistische Analysen wurden mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt, da keine normalverteilten Daten vorliegen. Eine Analyse der zusammengefassten ST pro Frequenzbereich zeigte für C3 signifikant ($p = 0.002$) bessere Resultate der Jugendlichen sowohl den Kindern, als auch den Erwachsenen gegenüber. Bei C4 verfügten die Kinder und Jugendlichen jeweils über signifikant

($p \leq 0.002$) bessere Detektionsleistungen gegenüber den Erwachsenen und für C5 lag der MAS der Jugendlichen signifikant höher als der der Kinder ($p = 0.018$). Des Weiteren zeigt ein Vergleich der Resultate der Jugendlichen zwischen C3, C4 und C5 (ST zusammengefasst) keinen signifikanten Unterschied. Jedoch ist eine signifikant bessere Detektionsleistung bei zunehmender Frequenz bei den Kindern (C3-C4 und C3-C5; $p \leq 0.04$) und bei den Erwachsenen (C3-C5 und C4-C5; $p = 0.001$) zu verzeichnen.

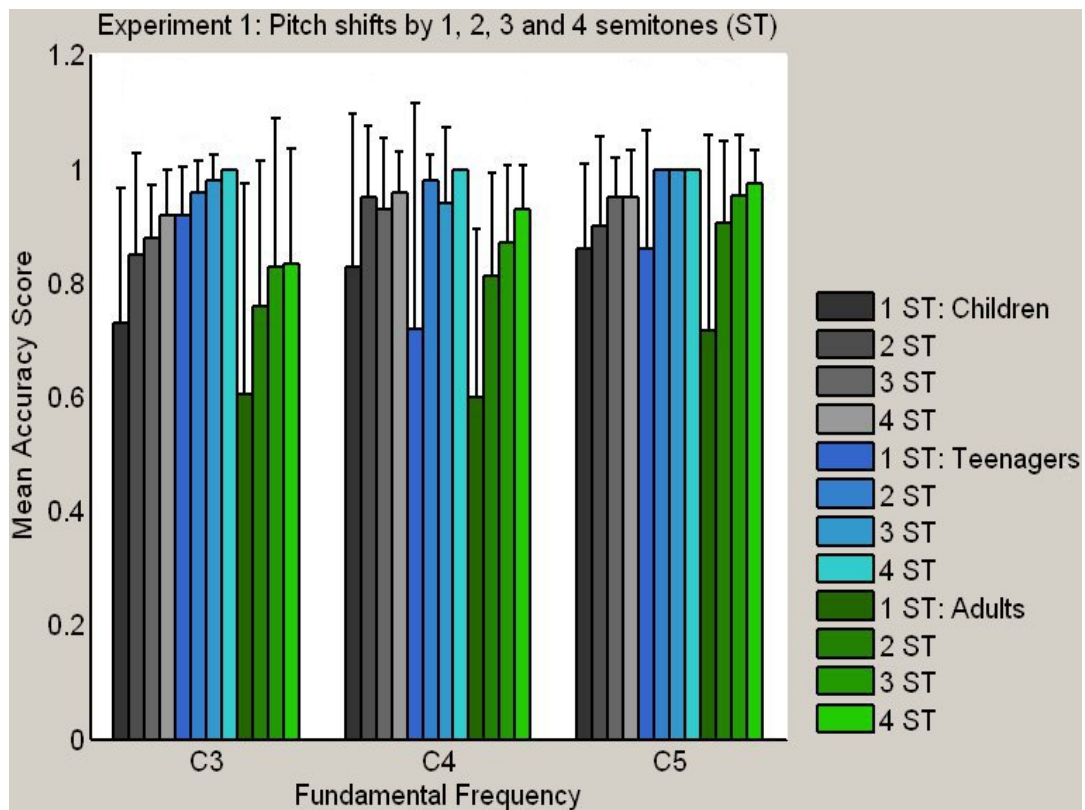


Abb. 4: Experiment 1: MAS der einzelnen Probandengruppen (Kinder, Jugendliche und Erwachsene) pro Frequenzbereich (C3, C4 und C5) für die Tonhöhenänderungen von 1, 2, 3 oder 4 ST.

Bei Experiment 2 und 3 (siehe Abb. 5 und 6) wiesen die CI-Träger bei der Wahrnehmung von Tonhöhenänderungen in einem melodischen Kontext (Dur-Moll-Vergleiche) Defizite in allen Messbedingungen auf. Aufgrund des zu kleinen Stichprobenumfangs wurde hier keine Inferenzstatistik durchgeführt. Die Resultate der Kinder und Erwachsenen lagen für beide Versuche an der Rateschwelle (maximaler MAS von 0.28 in Experiment 3). Die Ergebnisse zeigten eine zunehmende Verschlechterung mit abnehmendem Frequenzbereich. Im Gegensatz dazu nimmt die Detektionsleistung der Jugendlichen in Experiment 2 mit ansteigendem Frequenzbereich oberhalb der Rateschwelle bis zu einem MAS von 0.6 zu. Bei Experiment 3, in dem kürzere Stimulussequenzen verwendet wurden, zeigten die Jugendlichen eine nahezu konstante Detektionsleistung über alle Frequenzbereiche oberhalb der Rateschwelle bei einem MAS von ca. 0.5. Die Messergebnisse stehen mit den Angaben der CI-Träger im Fragebogen zur musikalischen Erfahrung (siehe Tab. 1) in Zusammenhang.

Dur-Moll-Unterscheidungen konnten, unabhängig vom musikalischen Kontext, von denjenigen CI-Trägernerfolgreich bewältigt werden, die regelmässig ein Musikinstrument spielen. Dies trifft insbesondere auf drei der fünf Jugendlichen und nur auf einen der siebzehn Erwachsenen zu.

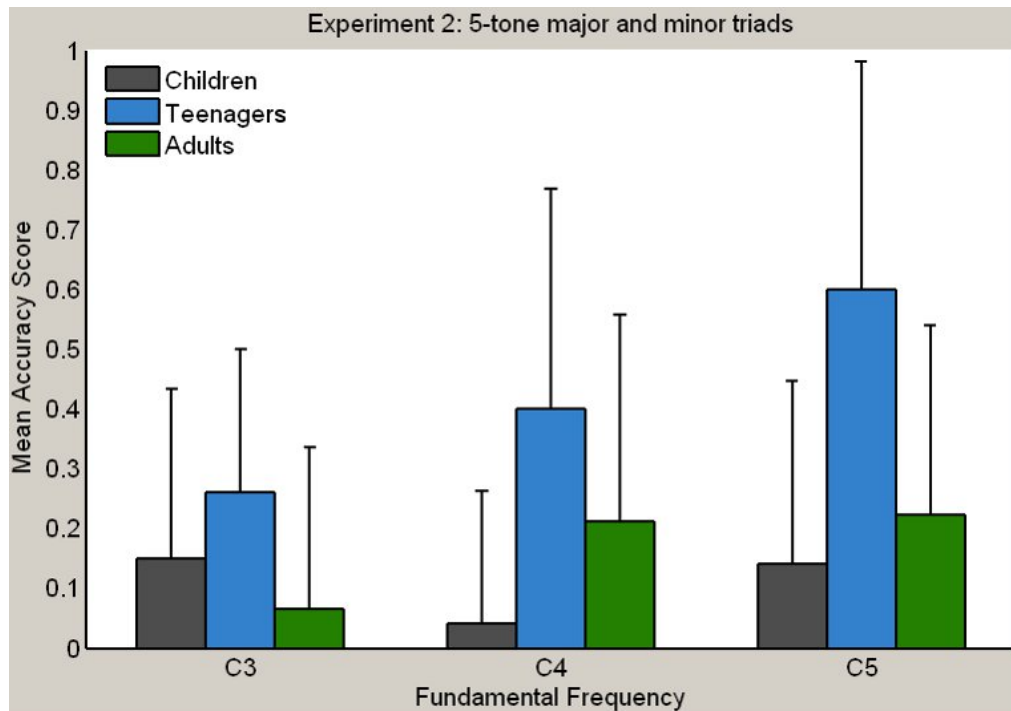


Abb. 5: MAS der einzelnen Probandengruppen (Kinder, Jugendliche und Erwachsene) pro Frequenzbereich (C3, C4 und C5) für 5-Ton Dur- und Mollvergleiche.

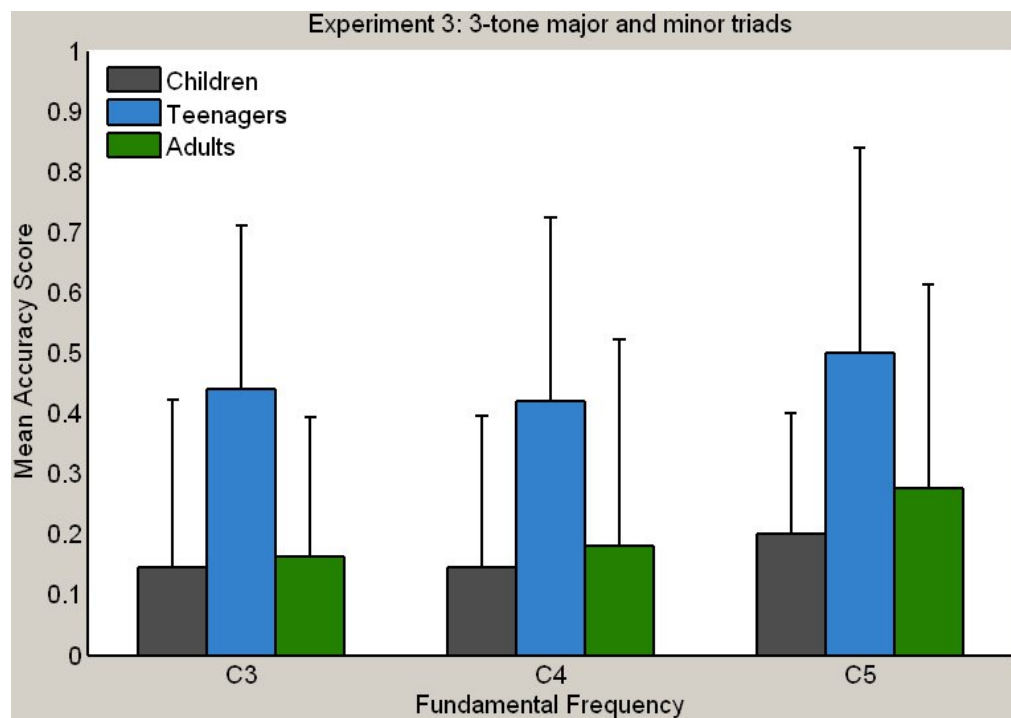


Abb. 6: MAS der einzelnen Probandengruppen (Kinder, Jugendliche und Erwachsene) pro Frequenzbereich (C3, C4 und C5) für 3-Ton Dur- und Mollvergleiche.

	Anzahl Kinder	Anzahl Jugendliche	Anzahl Erwachsene
Instrument spielen	3/10	3/5	2/17 *
Musikgenuss	9/10	5/5	14/17

*Aber 10/15 Probanden spielten vor Implantation ein Instrument.

Tab. 1: Auszug aus dem Musikfragebogen.

Diskussion

Die vorgestellte Studie bestätigt die Resultate von Vongpaisal et al.(2006), Mitani et al.(2007)sowie El Fata et al.(2009) darin, dass aktuelle CI-Prozessoren bezüglich Musikwahrnehmung nach wie vor ungenügend spektrale Auflösung(insbesondere im tieffrequenten Bereich) liefern, obwohl die elektrischen Stimulationsmuster eine differenzierte Repräsentation der einzelnen Stimuluskomponenten aufweisen.Entsprechend den Untersuchungen von Vongpaisal et al. (2006) konnten alle CI-Träger eine Tonhöhenänderung von 1 ST in einem einfachen Kontext (Experiment 1) zuverlässig detektieren. Im Gegensatz zu den meisten Jugendlichen konnten die Kinder und Erwachsenen eine Tonhöhenänderung von 1 ST in einem anspruchsvolleren musikalischen Kontext (Experiment 2 und 3) nicht wahrnehmen.Da Vongpaisal et al. (2006) keine differenzierte Auswertung zwischen Kindern und Jugendlichen sowie deren musikalischem Hintergrund vornahmen, sind die Ergebnisse an dieser Stelle nicht direkt vergleichbar.

Anhand des Musikfragebogens wurde,entsprechend Gfeller (2000),gezeigt, dass der Erfolg von drei der fünf untersuchten Jugendlichen in ihren regelmässigen musikalischen Aktivitäten begründet liegt. Derselbe Zusammenhang trifft auf einen der zwei Erwachsenen, die regelmässig ein Instrument spielen, ebenfalls zu. Nichtsdestotrotz belegen die Ergebnisse dieser Studie, im Gegensatz zu denjenigen von Trehub et al.(2009), einen vorwiegenden Musikgenuss für alle CI-Träger, unabhängig von ihrem Implantationsalter.Auch die Versorgungsmodalitäten (uni- oder bilateral) haben weder auf die Detektionsleistung, noch auf den Musikgenuss einen Einfluss. Zudem weisen die über alle Frequenzbereiche konstanten Resultate der Jugendlichen in Experiment 3 darauf hin, dass längere Stimulussequenzen, wie sie in Experiment 2 in Anlehnung an die Studie von Vongpaisal et al. (2006) zum Einsatz kamen, negative kognitive Effekte auf die Resultate haben.Dies korrespondiert mit den Rückmeldungen der Teilnehmer, dass kürzere Stimulussequenzen (Experiment 3) die Aufgabe vereinfachen. Aus diesem Grund empfehlen wir,neben Experiment 1, Experiment 3 für zukünftige Untersuchungen zur Musikwahrnehmung für CI-Träger.

Zusammenfassung und Ausblick

Diese Studie untersuchte vergleichsweise die Musikwahrnehmungsfähigkeit von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit CIs.Tonhöhenänderungen von 1 ST konnten in einem einfachen Kontext von allen Probandengruppen detektiert werden, in komplexerem musikalischen Kontext hingegen hauptsächlich von Jugendlichen, die musikalisch regelmässig aktiv sind. Zukünftige Untersuchungen zur Musikwahrnehmung sollten anhand von Experiment 1 und 3, welches kurze Stimulussequenzen enthält, vorgenommen werden.

Literatur

- Vongpaisal T, Trehub S E and Schellenberg E G (2006) Song Recognition by Children and Adolescents With Cochlear Implants. American Speech-Language-Hearing Association, 49, 1091-1103
- El Fata F, James C J, Laborde M L, Fraysse B (2009) How Much Residual Hearing Is 'Useful' for Music Perception with Cochlear Implants? Audiol Neurotol 2009, 14, 14-21
- Trehub S E, Vongpaisal T and Nakata T (2009) Music in the Lives of Deaf Children with Cochlear Implants. The Neurosciences and Musik - Disorders and Plasticity: Ann. N.Y. Acad. Sci., 1169, 534-542
- Gfeller K, Christ A, Knutson J F, Witt S, Murray K T and Tyler R S (2000) Musical Backgrounds, Listening Habits, and Aesthetic Enjoyment of Adult Cochlear Implant Recipients. Journal of the Acoustical Society of America, 11(7), 390-406
- Mitani C, Nakata T, Trehub S E, Kanda Y, Kumagami H, Takasaki K, Miyamoto I and Takahashi H (2007) Music Recognition, Music Listening, and Word Recognition by Deaf Children with Cochlear Implants. Ear and Hearing, 28(2) SUPPLEMENT, 29S-33S